

# РАЗРАБОТКА И СОЗДАНИЕ ЭНЕРГОРЕСУРСΟΣБЕРЕГАЮЩИХ УСТАНОВОК С ЛИНЕЙНЫМИ АСИНХРОННЫМИ ПРИВОДАМИ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ АПК

Аипов Р.С., Линенко А.В.

Башкирский государственный аграрный университет, г.Уфа, Россия e-mail: aipovrs@mail.ru

**Аннотация** — Показана целесообразность использования электроприводов на базе линейных асинхронных двигателей в технологических машинах предприятий АПК. Приведены примеры соответствующих технических решений

**Ключевые слова** — требования к электроприводам, линейные асинхронные двигатели, примеры применения.

## ВВЕДЕНИЕ

До 60% рабочих органов технологических машин в зерноперерабатывающей и пищевой промышленности совершают возвратно – поступательное, колебательное движение. Для получения такого вида движения из вращательного асинхронного двигателя необходимы механические преобразователи. Такие преобразователи громоздки, ненадежны, имеют низкое КПД, нуждаются в постоянном обслуживании и нередко ремонте.

Решение имеющейся проблемы видится в применении линейного асинхронного двигателя (ЛАД) в приводе с накопителями механической энергии. Неоспоримое преимущество приводов с ЛАД состоит в том, что представляется возможность простого регулирования параметров колебаний (амплитуду, частоту) [1]. Необходимо отметить, что ЛАД позволяют обеспечить колебательное движение

рабочего органа и сложной формы (возвратно-поступательно-вращательное, возвратно-поступательное с наложением поперечной и вертикальной составляющих, эллипсоидное), что открывает новую область для совершенствования технологического оборудования различного назначения [2].

## ПРЕДЛАГАЕМЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ

Возможные варианты приводов в зависимости от использования развиваемой силы ЛАД приведены на рисунке 1: а) ЛАД с одной степенью свободы - используется сила тяги  $F_x$  (цилиндрический ЛАД, рисунок 1, а); б) ЛАД с двумя степенями свободы - используются силы  $F_x$  и сила притяжения  $F_y$  (плоский ЛАД, рисунок 1, б); в) ЛАД с тремя степенями свободы - используются силы  $F_x$ ,  $F_y$  и поперечная сила  $F_z$  (рисунок 1, в); г) поступательно-вращательное движение – используется сила  $F_x$  и момент вращения  $M$  (рисунок 1, г).

Некоторые кинематические схемы колебательных линейных электроприводов с упругими накопителями механической энергии приведены на рисунке 2 [3]. В качестве накопителей механической энергии эффективны цилиндрические винтовые пружины.

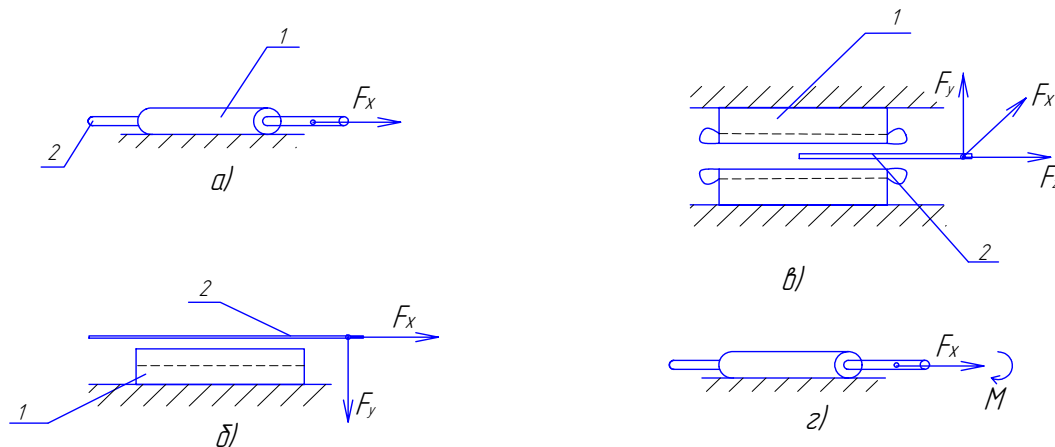


Рис. 1. Приводы с ЛАД в зависимости от развиваемой силы:  
1- индуктор; 2 – вторичный элемент

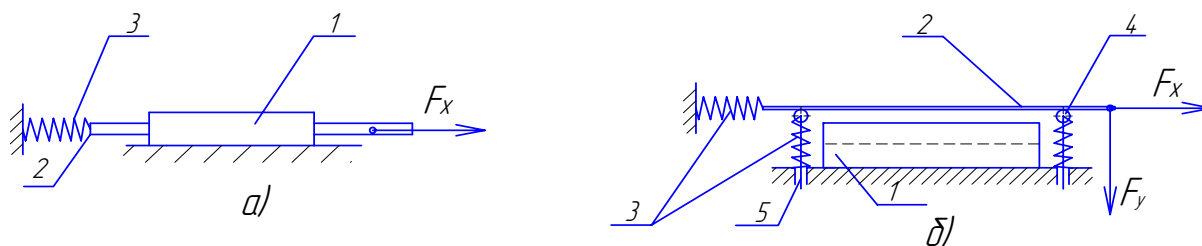


Рис. 2. Кинематические схемы колебательного ЛАД с упругими накопителями, а- с цилиндрическим ЛАД; б – с плоским ЛАД: 1- индуктор; 2 - вторичный элемент; 3 – упругий элемент; 4 – ролик; 5 – штанга

Конструкции технологических машин с колебательным электроприводом в течение последнего десятилетия не совершенствовались, с чем связаны не только огромные потери продукции, но и большие затраты на энергоносители и обслуживание. Все это позволяет считать, что применение ЛАД в приводе технологического оборудования предприятий АПК является эффективным средством совершенствования последнего, соответствующим новейшим тенденциям развития техники. Ниже рассматриваются некоторые из созданных технологических машин.

Инерционный конвейер для транспортирования влажного сахара при его производстве (рисунок 3) дает возможность снизить энергетические затраты, уменьшить металлоемкость привода.

Перемещение груза (сахара) относительно грузонесущего желоба осуществляется во время взаимодействия последнего с упругим элементом. Электропривод реализован по кинематической схеме (рисунок 2,а), удовлетворяющей возможностям многоцелевого применения ЛАД. Режим автоколебаний, включение – выключение двигателя выполняется по датчикам положения. ЛАД работает в

режиме торможения с последующим переходом в двигательный. Вторичным элементом ЛАД является грузонесущий орган инерционного конвейера [4,5].

На сегодняшний день бункеры-питатели – экономически эффективное оборудование в цепи технологического процесса производства продукции, в то же время имеющие недостатки из-за образования сводов и сложности обеспечения управляемой выдачи продуктов. Значительное улучшение технико-экономических показателей бункеров-питателей может быть достигнуто оснащением их в месте вероятного образования устойчивых сводов ворошителями-задвижками с приводом от ЛАД. На рисунке 4 приведена конструкция такого бункера-питателя, реализованная по кинематической схеме (рисунок 2,а). Ворошители-завдвижки установленные в сужающейся части бункера-питателя, совершают вращательно-колебательное движение, вследствие чего разрушаются своды и обеспечивается управляемый выход продукции с рабочим и аварийным перекрытием выпускного отверстия. Технические решения защищены двумя патентами РФ на изобретения [6,7].

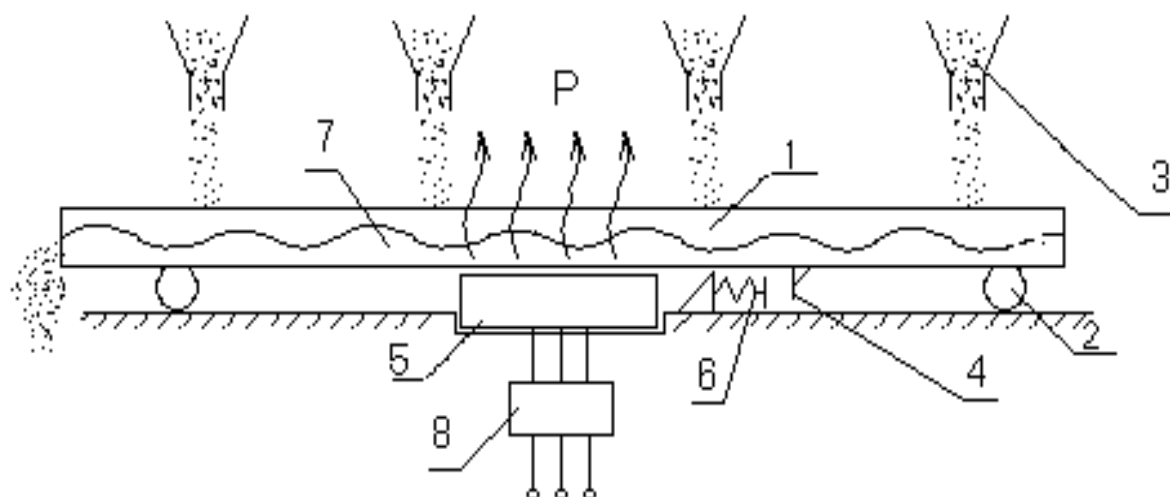


Рис. 3. Инерционный конвейер с приводом от ЛАД: 1 – грузонесущий желоб; 2 – опорные катки; 3 – центрифуги с сахаром; 4 – упор; 5 – индуктор ЛАД; 6 – упругий элемент; 7 – транспортируемый сахар; 8 – схема управления; Р – мощность ЛАД, идущая на нагрев грузонесущего желоба и сахара в нем

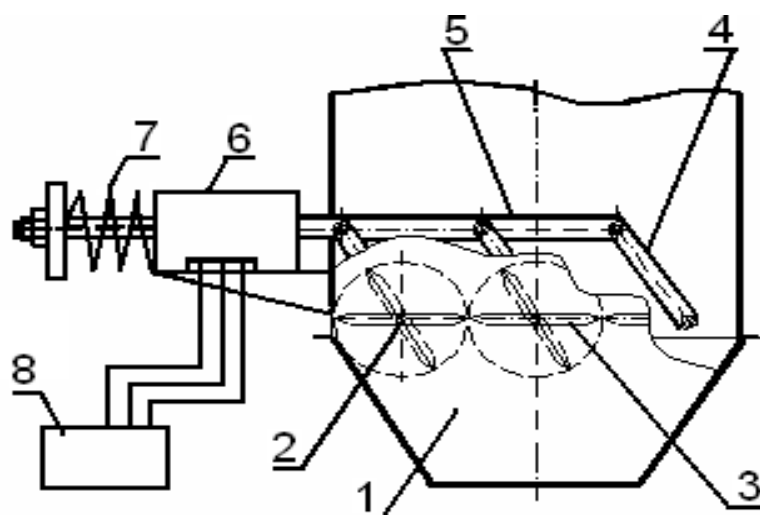


Рис. 4. Конструкция бункера-питателя с ЛАД в приводе ворошителей-здвижек: 1 – бункер-питатель; 2 – ось; 3 – ворошители-здвижки; 4 – приводной рычаг; 5 – вторичный элемент ЛАД; 6 – индуктор ЛАД; 7 – упругий элемент; 8 – система управления с тиристорным коммутатором

В сельском хозяйстве, пищевой и обогащательной промышленности для сепарации сыпучих материалов широко применяются вибрационные сепараторы. Эффективность сепарирования достигается приданием рабочему органу машины сложного колебательного движения с регулируемыми параметрами. Разработан вибрационный сепаратор [8,9] с декой, совершающей одновременно поступательное и вращательное колебательные движения (рисунок 5).

Вибрационный сепаратор реализован по кинематической схеме (рисунок 2,б). Дека жестко соединена с цилиндрическим индуктором ЛАД. Индуктор ЛАД выполнен из двух частей, расположенных с разных сторон деки параллельно друг другу. На конце каждого вторичного элемента ЛАД (ВЭ) со стороны индуктора жестко установлены попарно упругие элементы. ВЭ, в свою очередь,

установлены своими концами жестко на упругих подвесках.

В процессе работы индуктор и дека совершают колебательное движение на ВЭ. При таком движении, из-за смещения центра тяжести сепаратора, одни упругие подвески сжимаются, а другие упругие подвески ВЭ разжимаются, соответственно, один край деки опускается, а другой поднимается. Таким образом, дека с сепарируемым материалом совершает сложное колебательное движение.

Частота включений блоком управления ЛАД, а также длительность ее включения определяются применительно к материалу сепарации необходимой частотой колебаний деки и ее амплитудой. При изменении длительности включений ЛАД изменяется амплитуда, а при изменении частоты - частота колебаний деки.

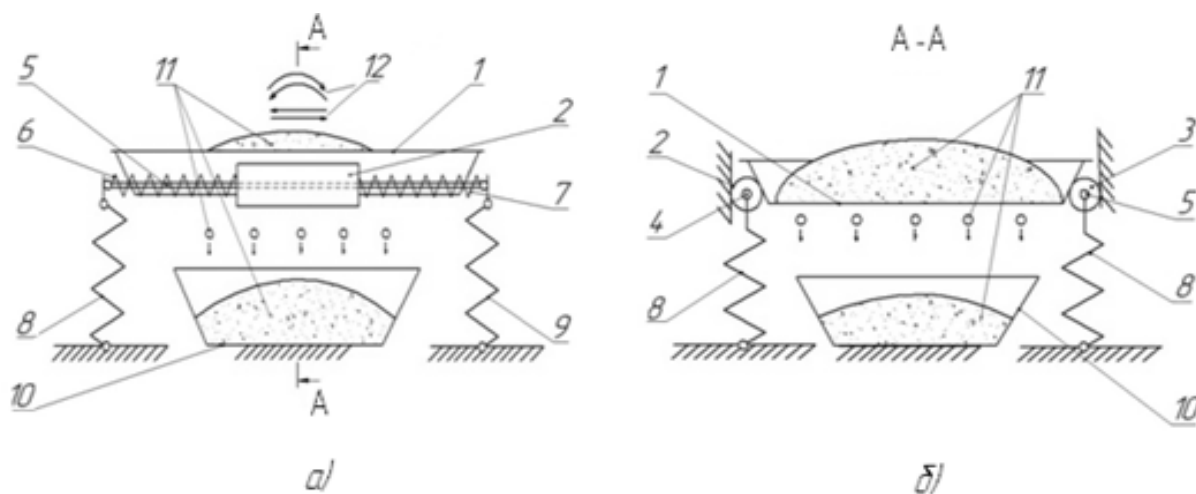


Рис. 5. Вибрационный сепаратор с приводом на базе ЛАД: а) вид сбоку; б) разрез А-А; 1 – дека; 2, 3 – части индуктора; 4 и 5 – вторичные элементы ЛАД; 6, 7 – упругие элементы; 8, 9 – упругие подвески; 10 – приемная емкость; 11 – сыпучий материал; 12 – направления движения деки.

Эффективность работы зерноочистительных машин повышается применением в электроприводе решетного стана одностороннего плоского ЛАД (рис.6). Привод зерноочистительной установки реализован по кинематической схеме (рис. 2,б).

Решетный стан, подвешенный на шарнирно закрепленных упругих подвесках одинаковой длины под углом к горизонти, при включении ЛАД, под действием силы  $F_y$ , притягивается к индуктору, а под действием силы  $F_x$  приходит в поступательное движение. При этом упругие элементы (цилиндрические винтовые пружины) деформируются. В какой-то момент времени происходит отключение индуктора ЛАД от источника питания. Под действием

потенциальной энергии, накопленной в упругих элементах, решетный стан движется в обратном направлении. При этом за счет резкого торможения решетного стана происходит инерционное перемещение зернового материала. Таким образом, решетный стан совершает сложное возвратно-поступательное колебательное движение. Частицы зерновой смеси, не прошедшие сквозь решето, поступают на лотки сходовой фракции, а частицы, прошедшие сквозь ячейки решета, попадают на лоток проходовой фракции. Подача зернового материала осуществляется из бункера. Зерноочистительная машина защищена патентом [10].

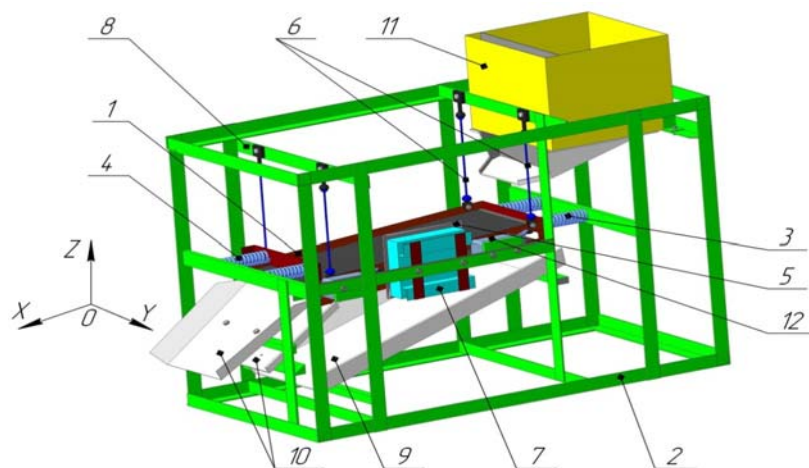


Рис. 6. Зерноочистительная установка с ЛАД: 1 – решетный стан; 2 – основание; 3, 4 – упругие элементы; 5 – вторичный элемент ЛАД; 6 – упругие подвески; 7 – индуктор ЛАД; 8 – рамка-регулятор; 9 – лоток проходовой фракции; 10 – лотки сходовой фракции; 11 – бункер; 12 – упорные ролики

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Приведенные примеры технических решений показывают возможность эффективного применения электроприводов с линейными асинхронными электродвигателями в различных технологических машинах предприятий АПК.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Аипов Р.С. Основы построения и теории линейных асинхронных приводов с упругими накопителями энергии/ монография. – Уфа: БГАУ, 2006. – 296 с.
2. Аипов Р.С. Применение линейных асинхронных двигателей для привода технологических машин / Р.С. Аипов, А.В. Линенко, Ю.Ж. Байрамгулов// Механизация и электрификация сельского хозяйства, 2009, №1, с. 24-25.
3. Аипов Р.С. Линейные электрические машины и приводы на их основе. – Уфа: БГАУ, 2003. – 201 с.
4. Патент на изобретение № 2422348. Инерционный конвейер/ Р.С. Аипов, С.В. Акчурин, А.В. Линенко, М.Ф. Туктаров; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО Башкирский ГАУ – опубл. 27.06.2011, Бюл. № 18 – 5 с.
5. Патент на изобретение № 2213685. Вибрационный сепаратор/ Р.С. Аипов, А.С. Шагаргазин; заявитель и

патентообладатель ФГБОУ ВПО Башкирский ГАУ – опубл. 2003, Бюл. № 28 – 6 с.

6. Патент на изобретение № 2215678. Бункер - питатель для выдачи порошкообразных материалов /Р.С. Аипов, А.В. Линенко; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО Башкирский ГАУ – опубл. 2003, Бюл. № 31.

7. Патент на изобретение № 2067960. Бункерный питатель для выдачи порошкообразных материалов /Р.С. Аипов, А.П. Казадаев, Р.А. Султанов; заявитель и патентообладатель УГАТУ– опубл. 20.10.1996, Бюл. № 29 – 6 с.

8. Патент на изобретение № 2325235 РФ. Вибрационный сепаратор/ Р.С. Аипов, А.С. Хакимов; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО Башкирский ГАУ – опубл. 27.05.2008, Бюл. № 15 – 5 с.

9. Патент на изобретение № 2393029 РФ. Вибрационный сепаратор/ Р.С. Аипов, С.Е. Тукбаева, А.С. Хакимов, Э.Г. Ямлиханова; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО Башкирский ГАУ – опубл. 27.06.2010, Бюл. № 18 – 6 с.

10. Патент на изобретение № 2446669. Сепарирующая машина / Р.С. Аипов, С.В. Акчурин, А.В. Линенко, М.Ф. Туктаров; заявители и патентообладатели: Р.С. Аипов, С.В. Акчурин, А.В. Линенко, М.Ф. Туктаров – опубл. 10.04.2012, Бюл. № 10 – 7 с.